

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-035732

(43)Date of publication of application : 07.02.1995

(51)Int.Cl.

G01N 29/18

(21)Application number : 05-202656

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 23.07.1993

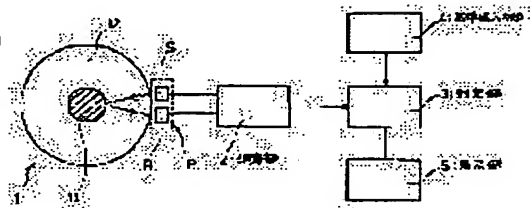
(72)Inventor : KANEMITSUYA KAZUHIKO  
KURIBAYASHI TERUYUKI  
TANNO SHOHO  
OBARA HIDEO

## (54) DETERIORATION DIAGNOSTIC APPARATUS FOR CABLE COATING MATERIAL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an apparatus for determining the extent of deterioration of cable coating material while laying the cable as it is without requiring any destructive sampling.

CONSTITUTION: A probe P is applied to the outer peripheral surface of the coating material 12 of a cable 1 being laid and ultrasonic wave is transmitted from an ultrasonic transmitter S in the probe P toward the conductor 11 of the cable 1. The ultrasonic wave propagates through the coating material 12 and reflected on the inner face thereof before it is received by a receiver R. The propagation velocity of ultrasonic wave through the coating material is calculated at an operating section 2 based on the thickness of the coating material and the time required for the ultrasonic wave to be reflected on the conductor and received by the receiver R. The propagation speed thus calculated is then compared at a deciding section 3 with a speed preset for the coating under sound state thus estimating the extent of deterioration of the cable 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.05.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3081734

[Date of registration] 23.06.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-09522

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 09.06.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-35732

(43) 公開日 平成7年(1995)2月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 29/18

識別記号

庁内整理番号

8105-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-202656

(22) 出願日 平成5年(1993)7月23日

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 金光谷 和彦

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電線工業株式会社内

(72) 発明者 栗林 照幸

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電線工業株式会社内

(72) 発明者 丹野 昌吾

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電線工業株式会社内

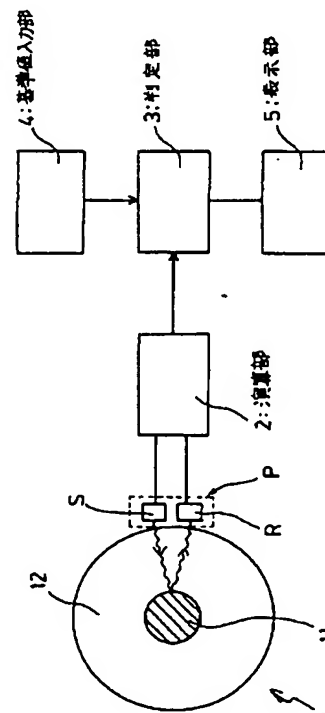
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ケーブル被覆材の劣化診断装置

(57) 【要約】

【目的】 ケーブル被覆材の劣化診断を行うにあたり、破壊的なサンプリングを行うことなく、布設状態のままケーブル被覆材の劣化程度を非破壊的に知見し得る装置を提供すること。

【構成】 プローブPを布設状態にあるケーブル1の被覆材12の外周面に取着し、プローブPの超音波発信子Sから超音波をケーブル1の導体11に向けて送信し、被覆材12中を伝搬し被覆材12内面で反射した超音波を受信子Rで受信させる。発信子Sから出た超音波が導体で反射されて受信子Rで受信されるまでの時間と被覆材の厚さとから被覆材中の超音波伝搬速度を演算部2で算出し、予め設定したその被覆材の健全時における超音波伝搬速度と演算部2が算出した超音波伝搬速度とを判定部3で対比させ、ケーブル1の劣化程度を推定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 布設状態にあるケーブル被覆材中を伝搬する超音波速度の変化から被覆材の劣化程度を知見するための装置であって、超音波の送信及び受信を行う探触子と、超音波の送信から受信までの時間と供試ケーブルの被覆材厚さから被覆材中の超音波伝搬速度を算出する演算部と、予め設定した判定基準となる超音波伝搬速度と計測した超音波伝搬速度とを対比し供試ケーブルの劣化程度を推定する判定部とを備えることを特徴とするケーブル被覆材の劣化診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は布設状態にあるケーブル被覆材の劣化程度を診断するための装置に関し、特に原子力発電所関連設備に布設されたケーブル被覆材の熱及び放射線劣化を、非破壊方式で知見するための装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ケーブルの有機被覆材料（絶縁体）は様々な要因によって経年劣化し、電気絶縁性が低下する。このような劣化はケーブルの布設環境雰囲気が大きく影響し、例えば原子力発電所関連設備等に布設されたケーブルでは、熱や放射線が劣化要因になることが多い。

【0003】 従来、布設状態（活線状態）にあるケーブル被覆材の劣化診断を行う方法として、直流漏れ電流法等の電氣的診断法があるが、ケーブル構造上かかる電氣的診断法が採用できない場合がある。この場合、活線絶縁診断は実質的に不可能であるので、布設ケーブルを回収した後に被覆材を破壊的にサンプリングし、そのサンプリングした試料を分析して劣化程度を判定するのが一般的であった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、ケーブル被覆材の劣化診断を行うにあたり、破壊的なサンプリングを行うことなく、布設状態のままケーブル被覆材の劣化程度を非破壊的に知見し得る装置を提供することを課題とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明のケーブル被覆材の劣化診断装置は、布設状態にあるケーブル被覆材中を伝搬する超音波速度の変化から被覆材の劣化程度を知見するための装置であって、超音波の送信及び受信を行う探触子と、超音波の送信から受信までの時間と供試ケーブルの被覆材厚さから被覆材中の超音波伝搬速度を算出する演算部と、予め設定した判定基準となる超音波伝搬速度と計測した超音波伝搬速度とを対比し供試ケーブルの劣化程度を推定する判定部とを備えることを特徴とするものである。

## 【0006】

【作用】 本発明者らは、上述の破壊的なサンプリング法に

よる劣化診断におけるサンプリング試料の分析法として、引張り試験から求める破断伸び率が劣化程度を検知する有用な手段の一つであることをまず見出した。すなわち、被覆材の劣化が進行するほど、破断伸び率が低下するものである。そしてこの破断伸び率の変化が、試料中を伝搬する超音波速度と関連付けられることを見出した。そこで、上記探触子でケーブル被覆材中に超音波を伝搬させ、演算部でその被覆材中の超音波伝搬速度を算出し、判定部で基準値と対比させて劣化程度を推定するべく構成したものである。

## 【0007】

【実施例】 以下、本発明のケーブル被覆材の劣化診断装置につき詳細に説明する。図 1 は本発明の装置の一例を示すブロック図である。本発明の装置は、超音波の発信子 S と受信子 R とを備え、劣化診断を行うケーブル 1 の外周面の適宜箇所に取り付けられるプローブ P と、超音波の送信から受信までの時間、すなわち発信子 S から出た超音波が導体で反射されて受信子 R で受信されるまでの時間をパルスカウンタ等で計測し、予め入力された被覆材の厚さから被覆材中の超音波伝搬速度を算出する演算部 2 と、予め設定された判定基準となる超音波伝搬速度、すなわちその被覆材の健全時における超音波伝搬速度と演算部 2 が算出した超音波伝搬速度とを対比してケーブル 1 の劣化程度を推定する判定部 3 とを備えている。

【0008】 4 は、上記判定部 3 に接続され、上述の判定基準となる超音波伝搬速度を設定するための基準値入力部である。この基準値は、ケーブル 1 の布設前の健全時に予め求めておくことが最も望ましいが、ケーブル被覆材材料と被覆材の仕様厚さから算出しても良い。あるいは、被覆材と同材料のものでシートを作成し、このシートから基準となる超音波伝搬速度を求めるようにしても良い。

【0009】 なお 5 は、供試ケーブルの被覆材中の超音波伝搬速度測定結果や劣化の推定結果等を表示する、ディスプレイやプリンタ等の表示装置である。これらの装置は、例えばパソコン等に接続し、所定の処理ソフトで統括的に運用するよう構成しても良い。

【0010】 本発明の装置を使用するに際しては、前記のプローブ P を布設状態にあるケーブル 1 の被覆材 12 の外周面の適宜箇所に取着し、プローブ P の超音波発信子 S から超音波をケーブル 1 の導体 11 に向けて送信し、被覆材 12 中を伝搬し被覆材 12 内面で反射した超音波を受信子 R で受信させる。このとき、被覆材 12 の劣化による破断伸び率の変化に基づいて、被覆材 12 中の超音波伝搬速度が健全時と比べて変化し、かつその変化は劣化の程度に応じたものとなる。

【0011】 従って、超音波を発信子 S から送信してから受信子 R で受信するまでの時間と、被覆材 12 の厚さから、被覆材 12 中の超音波伝搬速度を演算部 2 で求

め、この値と上記基準値とを判定部 3 で対比させることにより、劣化程度を知見できるものである。通常、劣化した被覆材中の超音波伝搬速度は基準値よりも速くなり、また劣化が進行するほど超音波伝搬速度が速くなる。すなわち、基準値と算出した超音波伝搬速度との差の大小が劣化の進行度合いを示すことになり、判定部 3 はこれに基づいて劣化の程度を推定するものである。

【0012】本発明の診断対象となる被覆材材料には特に制限はなく、各種の有機被覆材に適用可能であり、例えばエチレン・プロピレングム（EPゴム）、シリコンゴム、ブチルゴム、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリクロロスルホン化ポリエチレン、エチレンエチルアクリレート等の被覆材を例示できる。とりわけEPゴム被覆材は、劣化度合に対する超音波伝搬速度の変化が他の材料よりも大きく、好ましい診断対象である。

【0013】ところで、原子力発電所関連設備に布設されたケーブルの被覆材は、主に布設環境に存在する熱や放射線が劣化要因となるが、かかる要因による被覆材の劣化度合いは、そのケーブルを回収して解体し被覆材をダンベル片に打ち抜いて測定した破断伸び率に顕著に現れる。すなわち、劣化が進行した被覆材は破断伸び率が著しく低下し、健全時の  $1/3 \sim 1/10$  程度まで低下する。従って、破断伸び率の低下に基づく超音波伝搬速度の変化から劣化程度を知見する本発明の劣化診断方法は、上記の原子力発電所関連設備に布設されたケーブルに好適に適用できる。

【0014】（実験例）本発明の劣化診断装置の動作確

試料 No.	放射線・熱	平均超音波伝搬 速度 (m/s)	破断伸び率 (%)	劣化 程度
	同時劣化条件			
1	初期 (基準値)	1406	449	—
2	50Gy/h・117℃×1514時間	1415	347	小
3	50Gy/h・117℃×2756時間	1458	92	大
4	100Gy/h・128℃×465時間	1410	348	小
5	100Gy/h・128℃×947時間	1433	186	中
6	100Gy/h・128℃×1388時間	1473	55	大
7	600Gy/h・152℃×47時間	1420	340	小
8	600Gy/h・152℃×119時間	1449	132	中
9	600Gy/h・152℃×166時間	1481	53	大

【0017】図 2 から明らかなとおり、劣化の進行度合いに伴う試料中の超音波伝搬速度の変化と、別途測定した劣化の進行度合いに伴う破断伸び率の低下との間には相関関係が認められ、本発明の装置であれば従来最も信頼されていた破壊的サンプリング法と同等の劣化診断結果が得られることが確認できた。

【0018】

【発明の効果】以上説明した通りの本発明のケーブル被覆材の劣化診断装置によれば、ケーブル被覆材の劣化程

認のため、下記の実験を行った。厚さが約 1.2mm の EP ゴムシートをケーブル被覆材の模擬試料とし、これら試料にそれぞれ表 1 に示す熱と放射線とを所定時間加え、熱劣化と放射線劣化とを同時に与えた。上記の試料を平板上に載置し、その上にカップリング液を少量塗布し、超音波探触子 P として日本マテック社製『エコノメーター 1060』（単一型プローブ）を用い、この超音波プローブを試料に押し付けて超音波を伝搬させ各試料中の超音波伝搬速度を測定した。一方、基準値となる超音波伝搬速度を測定するために、劣化させていない上記と同じ試料につき、予め超音波伝搬速度を測定し、この値を基準値入力部 4 に入力しておいた。なお、超音波伝搬速度は各試料につき 5 回測定し、その平均値をもって伝搬速度とした。また、測定時の環境温度は 30℃ 一定とした。

【0015】一方、上記で使用した同じ試料からそれぞれダンベル片を打ち抜き、このダンベル片の両端を挾持して相対する方向に引っ張ることにより、破断伸び率をそれぞれの試料につき測定した。これらの結果を表 1 に示す。なお劣化程度は、超音波伝搬速度が基準値に比べ 5～20 m/s 増加したものを劣化度小、20～50 m/s 増加したものを劣化度中、50 m/s 以上を劣化度大と表示するよう判定部 3 を設定した。また上記した超音波伝搬速度と破断伸び率との関係を図 2 に示す。

【0016】

【表 1】

度を、ケーブルを解体することなく布設状態のまま、すなわち非破壊で知見することができる。また超音波伝搬速度は、劣化の程度に応じて変動するので、ケーブル寿命の予見も行い得、絶縁破壊に至る前にケーブルの張り替え等の処置の必要性を知見できる等、本発明は優れた効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のケーブル被覆材の劣化診断装置の一例を示すブロック図である。

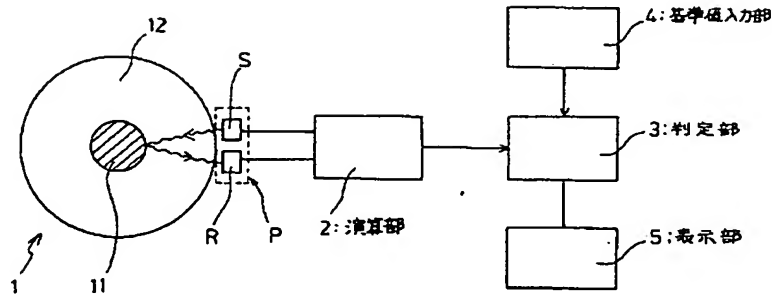
【図 2】超音波伝搬速度と破断伸び率との関係を示すグラフ図である。

【符号の説明】

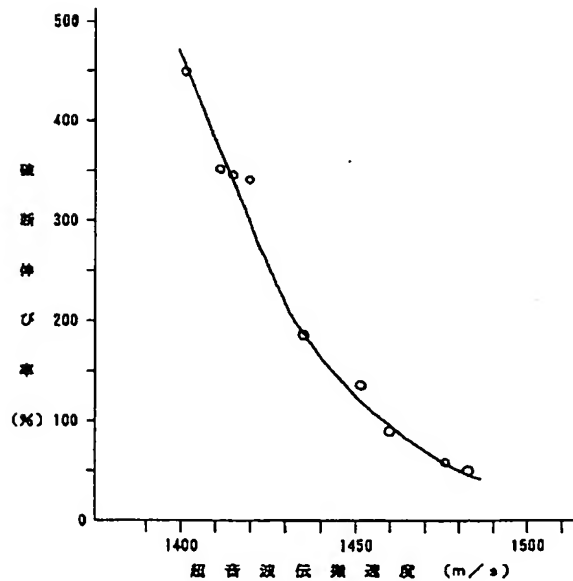
1 ケーブル  
1 1 導体  
1 2 被覆材  
2 演算部

3 判定部  
4 基準値入力部  
5 表示部  
P 探触子（プローブ）  
S 超音波発信子  
R 超音波受信子

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 小原 秀雄

東京都千代田区丸の内 3 丁目 4 番 1 号 三  
菱電線工業株式会社東京事務所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**